

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

COORDENAÇÃO DE PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CNPq / UFS

PROJETO DE PESQUISA

**ANÁLISE MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DA MATRIZ EXTRACELULAR
DO TENDÃO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER ADULTO**

TÍTULO DO PLANO DE TRABALHO

**ANISOTROPIAS ÓPTICAS E MORFOMETRIA DAS FIBRAS COLÁGENAS DO
TENDÃO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER ADULTO**

Área do conhecimento: Morfologia

Subárea do conhecimento: Histologia

Especialidade do conhecimento: Citologia

Código do CNPq: 2.006.03.00-2

201500019581

Bolsista: Ruan Pablo Vieira Santos

Matrícula: 2012.100.23.552

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Corrêa Feitosa

Departamento de Morfologia

Relatório Final

Agosto / 2016 – Julho / 2017

Este projeto foi desenvolvido com Bolsa de Iniciação Científica-(CNPq/UFS)

COLABORADORES:

Prof. Dr. Francisco Prado Reis	DME/ITP/UNIT
Prof. Dr. José Aderval Aragão	DMO/CCBS/UFS
Prof. MSc. Marcos Vinicius da Silva	DMO/CCBS/UFS
Prof. Dr. José Arnaldo Vasconcelos Palmeira	LBCE/DMO/UFS
Mestranda Kirilly Bezerra da Silveira	PROBP/DMO/UFS
Discente Vítor Matheus Sena Leite	DBI/DMO/UFS
Discente Raimundo Dantas de Maria Júnior	DME/DMO/UFS

TÉCNICA:

Bióloga Ana Denise Costa de Santana

RESUMO

O colágeno apresenta propriedades anisotrópicas que são fenômenos de ordem espectral, visualizados através da microscopia de polarização. Esta pesquisa visualizou estudar as anisotropias óticas das fibras de colágeno da matriz extracelular do tendão extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos. Seis cadáveres procedentes do Laboratório de Anatomia da Universidade Tiradentes, tiveram seus tendões dos polegares dissecados desde a inserção proximal até a distal, submetidos aos procedimentos histológicos para microtomia e corados pela hematoxilina – eosina, picrosírius – hematoxilina e a morfometria. A região tendínea apresentou feixes de colágenos birrefringentes, bem organizados e dispostos paralelamente entre si, diferente da região distal, estrutura fibrocartilaginosa com células arredondadas semelhantes à condrócitos. As medidas morfométricas demonstraram um maior nível de colagenização nas regiões de tensão.

Palavras - chave: Matriz extracelular, tendão, colágeno, crimp, birrefringência.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	05
2. OBJETIVOS	10
2.1 Geral	10
2.2 Específicos	10
3. MATERIALE MÉTODOS	11
3.1. Obtenção do Material Biológico	11
3.1.1. Amostragem	11
3.2.2. Procedimento experimental	11
3.2. Análise Estrutural	11
3.2.1. Coloração pela técnica da hematoxilina- eosina	11
Coloração pelo picrosírius red com hematoxilina	11
3.3. Análise Morfométrica	12
3.4. Análise Estatística	12
3.5. Análise e Documentação Fotográfica	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21
ANEXO	25

1 INTRODUÇÃO

Na anatomia normal, os tendões são como longas cordas que conectam os músculos do antebraço com os ossos da mão. Nos dedos os tendões passam por dentro de uma série de polias que juntas formam túneis que possuem a função de segurar os tendões perto do osso, aumentando a força e diminuindo o gasto de energia. Quando o dedo se move, o músculo se contrai e o tendão desliza. Esse movimento dos tendões é suave e com pouco atrito. Tanto os tendões quanto as polias são recobertas por uma espécie de membrana, chamada de sinovial que produz um líquido que diminui o atrito entre os tecidos, (OLIVEIRA, 2011).

O polegar é um dedo que tem maior mobilidade, mais curto e origina-se proximamente aos outros dedos, possuindo grande amplitude de movimento. Existem três articulações responsáveis por sua mobilidade: a interfalângica é a mais distal e a de menor importância. A articulação metacarpofalângica é a segunda articulação tanto em relação à importância como em termos de sua situação anatômica. Está formada pela superfície convexa da cabeça do primeiro metacarpiano e pela superfície côncava da cavidade glenóide da base da falange proximal. A articulação trapézio metacarpiana é a mais importante do polegar. Situa-se entre a extremidade distal do trapézio e a base do primeiro metacarpiano. O movimento dessa articulação realiza-se através de dois eixos principais: um eixo látero-lateral, para antepulsão e retropulsão, e um eixo ântero-posterior, para adução e abdução, (CAETANO et al., 2013).

Os tendões possuem uma vascularização que se origina na musculatura, no arco palmar e artérias metacarpianas. As artérias digitais lançam ramos que nutrem os tendões através do mesotendão e de comunicações chamadas vínculas. A cicatrização ocorre por dois mecanismos, o intrínseco e o extrínseco. O primeiro dá-se pela capacidade dos tendões serem nutridos pelo líquido sinovial. O extrínseco ocorre pelos fibroblastos, tecido conjuntivo e vascular. A mobilização precoce do tendão propicia não só a cicatrização como também previne a aderência tendinosa. (SILVA et al., 2011).

Em relação ao extensor curto do polegar ele tem sua inserção proximal na face posterior do rádio, na adjacente da membrana interóssea, abaixo do abdutor longo do polegar. Sua inserção distal é na inserção inferior: na face dorsal da base da falange distal do polegar.

O músculo se une com o extensor longo do polegar, constituindo uma aponeurose dorsal resistente sobre a falange proximal. Inervação: Nervo Radial (C6 e C7) e a Ação: Extensão da 1ª falange sobre o 1º metacarpiano e abdução do polegar, (CAETANO et al., 2013). Figura 1.

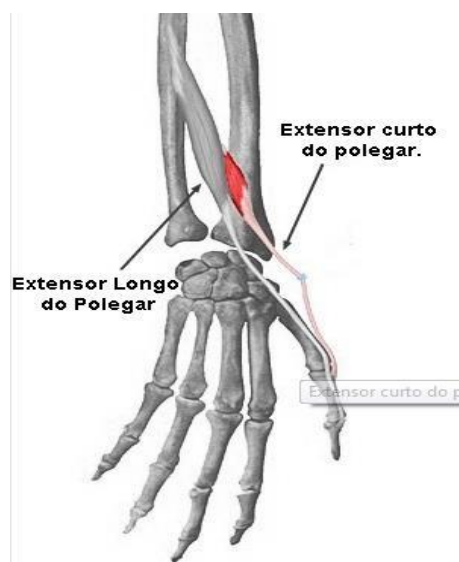


Figura 1. <https://ifanatomia.wordpress.com>

Músculo-extensor-curto-do-polegar

Em caso de danificação ao extensor, o indivíduo pode ficar incapaz de mover um ou mais dos seus dedos. Se seus tendões flexores estiverem danificados, será incapaz de dobrar um ou mais dos seus dedos. Danos do tendão também podem causar dor e inflamação (inchaço) na mão. Em alguns casos, danos para os tendões do extensor podem ser tratado sem a necessidade de cirurgia, usando um suporte rígido chamado uma tala que é desgastada em torno da mão. (LEONNY, 2013).

Ao cruzar a articulação metacarpofalangiana, os tendões extensores extrínsecos podem ter uma inserção mais ou menos forte ao nível da cápsula. A seguir, distalmente, conectam-se à falange proximal através das bandas sagitais, que se originam na placa volar da metacarpofalângica. Nesta região, o aparelho extensor divide-se em partes, conhecidas como bandas ou bandeletas que formam o aparelho extensor (tendão extensor central, lateral e terminal). O aparelho extensor recebe fibras tanto da musculatura extrínseca como intrínseca. (JUNIOR; AZZE, 2010).

Para mobilizar a cadeia de articulações digitais, há necessidade de um conjunto de músculos e tendões extrínsecos e intrínsecos, que formam um mecanismo bastante complicado. A musculatura extrínseca é agrupada em músculos extensores e flexores. Os primeiros são representados pelos músculos extensores comuns dos dedos e extensores próprios do indicador e mínimo. Os flexores são representados pelos flexores superficiais e profundos. O retináculo dos extensores prende-se por septos conjuntivos ao extremo distal do rádio, formando seis túneis ou canais por onde passam os tendões extensores e abdutores do punho e extensores dos dedos. Na borda distal do retináculo, os tendões do músculo extensor comum dos dedos divergem e dirigem-se aos dedos indicador, médio, anular e mínimo, (CAETANO et al., 2013).

Na superfície dorsal do punho encontramos um espessamento da fáscia posterior do antebraço denominado retináculo dos tendões extensores. Este constitui o teto de seis compartimentos por onde passam os tendões extensores. À medida que este retináculo corre obliquamente, da borda lateral do rádio para a borda medial processo estilóide da ulna e ossos piramidal e pisiforme, ele envia septos que se prendem aos ossos subjacentes formando seis compartimentos por onde passam os tendões extensores. Em cada compartimento os tendões são protegidos por uma bainha sinovial que tem a função de diminuir o atrito durante a excursão dos tendões pelos túneis osteofibrosos. (CAETANO et al., 2004).

Uma variação anatômica comum ocorre no primeiro compartimento por onde passam normalmente os tendões: abdutor longo do polegar (ALP) e extensor curto do polegar (ECP), os quais podem ter bainha sinovial e compartimentos separados elevando assim o total de seis para sete compartimentos, (ALBERTONI, 2004).

A matriz extracelular de tendões é complexa, sendo constituída por componentes fibrilares e não fibrilares. Entre os componentes fibrilares estão situadas às fibras elásticas e colágenas. Os componentes não fibrilares estão repress; entados pelos proteoglicanos e proteínas não colagênicas. Todos estes componentes estão organizados em um complexo sistema hierárquico, e interagem entre si através de ligações eletrostáticas, interações hidrofóbicas e pontes de hidrogênio permitindo uma organização estrutural e funcional da matriz, principalmente de tendões, cartilagens e ligamentos (USHIKIT, 2002; OTTANI et al., 2002; MARXEN et al., 2003; FEITOSA, et al., 2002a; 2002b; 2005 e 2006; BENJAMIN, et al., 2008; VIDAL; MELLO, 2011).

Todo tecido rico em colágeno possui uma estrutura hierárquica altamente organizada. Sasaki e Odajima (1996) estudaram três tipos de deformação da estrutura hierárquica do tendão: a deformação molecular do colágeno, a deformação da fibrila e a deformação do tecido. Os autores observaram que a periodicidade da fibrila de colágeno (67nm) aumentava à medida que forças eram exercidas nessas fibrilas.

Atualmente são conhecidos vinte e três tipos de colágenos geneticamente distintos. Estas distinções são devidas à composição e sequência de aminoácidos das cadeias que compõem a molécula do colágeno, resultando em diferentes níveis de organização supramolecular. As fibras colágenas são alongadas, birrefringentes, não elásticas e não ramificadas, embora feixes de fibrilas colágenas possam deixar uma fibra e ligar-se à outra dando a impressão de haver ramificações, (EYRE, 1987; KWAN et al, 1991; VAN DER REST; GARRONE, 1991; MAYNE et al., 1993; BIRK; MAYNE, 1997; LIU et al., 1995; BENJAMIN et al., 2008; PIMENTEL, 2012).

O colágeno é uma glicoproteína que constitui a maior classe de proteínas fibrosas insolúveis da matriz extracelular. Suas fibras apresentam como característica morfológica a

presença de periodicidade axial produzida pela superposição de moléculas de tropocolágeno que formam fibrilas arrumadas em feixes ou fascículos paralelos ao eixo longitudinal do tendão. Entre os feixes de colágeno ocorrem células do tecido conjuntivo. A maioria destas células corresponde aos fibroblastos cuja função relaciona-se à síntese de fibras, glicoproteínas e proteoglicanos da matriz (MARXEN et al., 2003).

O colágeno do tipo I representa o mais comum dos colágenos, forma fibras grosseiras e está presente no tecido conjuntivo propriamente dito, padrão normal da pele, tendão, osso, dentina e cimento. Já o tipo II de colágeno, forma fibras delgadas e está presente quase exclusivamente nas matrizes da cartilagem hialina e elástica. O colágeno do tipo III, freqüentemente associado ao tipo I, é denominado, também, de fibra reticular mais delgada. O colágeno do tipo IV não constitui fibras, estando presente nas membranas basais, em que forma uma rede de moléculas de pró-colágeno mantidas unidas, e formando uma base de sustentação da lâmina basal. O colágeno do tipo V existe em pequena quantidade e origina fibrilas muito delgadas, sendo encontrado associado com o colágeno do tipo I, presente na maioria do tecido intersticial, assim como o colágeno do tipo VI. O colágeno do tipo VII constitui pequenos agregados conhecidos como fibrilas de ancoragem, onde também dão sustentação à lâmina basal para os feixes subjacentes de fibras colágenas do tipo I e do tipo II. O colágeno tipo XI é encontrado nas cartilagens: hialina e elástica, participando da estrutura das fibrilas de colágenos, juntamente com o colágeno tipo II (NIMNI; HARKNESS, 1988; MONTES, 1999; USHIKIT, 2002; KJAER et al., 2009; VIDAL; MELLO, 2011).

A matriz extracelular também é caracterizada pela presença das anisotropias ópticas, que são fenômenos de ordem espectral conhecido pelo dicroísmo e birrefringência. O dicroísmo ocorre quando apenas um filtro polarizador é colocado no sistema. Ele é expresso pela diferença de absorção do objeto em duas direções de deslocamento do feixe de luz no próprio objeto, um perpendicular ao outro. No entanto, quando os dois filtros, o polarizador e o analisador se cruzam perpendicularmente e dependendo da diferença entre os índices de refração do objeto, então se observa a birrefringência. De maneira prática e objetiva, os componentes macromoleculares birrefringentes anisotrópicos apresentam brilho colorido ou não, sob o efeito do Plano de Luz Polarizada (PPL). Isso promove um realce destes materiais em detrimento a outros não birrefringentes (isotrópicos), que ficam indistintos em um fundo escuro. As células musculares estriadas, espermatozóides de algumas espécies animais, paredes celulares, amido, colágenos e moléculas de DNA e RNA são exemplos de materiais biológicos estudados através da microscopia de polarização (VILARTA; VIDAL, 1989).

Estas propriedades anisotrópicas podem ser visualizadas no microscópio de polarização que é acrescido de dois prismas ou dois discos polaróides. Um desses elementos é colocado no condensador e funciona como polarizador o outro é colocado na ocular e é

chamado de analisador. A função do polarizador é iluminar a célula com um feixe de luz polarizada, enquanto o analisador verifica o efeito das estruturas celulares sob o feixe polarizado (VILARTA; VIDAL, 1989).

Segundo Vidal e Carvalho (1990) e Vidal (1995) em se tratando do colágeno, a microscopia de polarização pode dar informações de natureza micromorfológica, pois evidencia esta glicoproteína pela sua birrefringência, que é causada devido a fatores de birrefringência intrínseca e textural ou de forma. A birrefringência intrínseca corresponde às médias de todas às transições de elétrons entre as ligações peptídicas, estabelecendo informações sobre a direção de vibração e ressonância dos elétrons da região de ligação peptídica na molécula de colágeno ao longo da fibra. Já a birrefringência textural ou de forma, depende da geometria das moléculas, das concentrações dos componentes dos feixes de colágeno e das diferenças entre seus índices de refração.

Feitosa e colaboradores (2002a, 2002b e 2005), analisaram as anisotropias ópticas em tendão de porco e observaram que a birrefringência, o crimp e a alta organização molecular e helicoidal dos feixes de colágeno foram proeminentes nas regiões onde existe predomínio de forças de tensão.

Diante do exposto, dando continuidade à linha de pesquisa sobre matriz extracelular desenvolvida no Laboratório de Biologia Celular e Estrutural e considerando a pouca informação disponível na literatura sobre o estudo em tela, esta pesquisa se propõe a analisar a matriz extracelular do tendão extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos.

2 OBJETIVOS

2.1. Geral

- Analisar morfológica e histoquimicamente a matriz extracelular do tendão extensor curto do polegar em cadáver adulto humano.

2.2. Específicos

- Analisar as anisotropias ópticas através da birrefringência e do “crimp” das fibras colágenas da matriz extracelular do tendão extensor curto do polegar em cadáver adulto humano;
- Fazer a morfometria das fibras de colágeno.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A primeira parte da pesquisa foi realizada no período de agosto de 2016 a janeiro de 2017 no Laboratório de Anatomia da Universidade Tiradentes e Laboratório de Biologia Celular e Estrutural do Departamento de Morfologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Sergipe.

3.1. Obtenção do Material Biológico:

3.1.1. Amostragem:

Foram utilizados 06 cadáveres humanos adultos machos, procedentes do Laboratório de Anatomia da Universidade Tiradentes, obtidos de acordo com a Lei 8.501 de 30 de novembro de 1992 (em anexo) que trata do uso de cadáveres não reclamados utilizados para estudos e pesquisas.

3.1.2. Procedimento experimental:

Os tendões foram dissecados desde a inserção proximal até a distal. Foram retiradas duas amostras do mesmo comprimento de cada tendão dissecado: 1 - da região da inserção proximal; 2 - da região da inserção distal. Os tendões dissecados foram fixados em paraformaldeído a 10% em tampão Milloning (Fosfato 0,1M, em pH 7,4) durante 24 horas, à temperatura ambiente, e posteriormente lavados rapidamente em água corrente. Desidratados em uma série crescente de alcoóis de 70, 80, 90 e 100%, diafanizados em dois banhos de xilol e embebidos em parafina.

3.2. Análise Estrutural:

3.2.1. Coloração pela hematoxilina-eosina:

Os cortes de 5µm foram desparafinizados, hidratados e corados pela hematoxilina de Harris durante 4 minutos, lavados rapidamente em água destilada e diferenciados em etanol 70% durante 1 minuto. Posteriormente foram contra-corados em solução de eosina durante 1 minuto, lavados rapidamente em água destilada, secados ao ar, clarificados em xilol e montados em Entelan (Merck), (BEHMER et al., 1976).

3.2.2. Coloração pelo método do picrossírius-hematoxilina

Após a desparafinização e hidratação os cortes do tendão foram corados pela solução de picrossírius (sírius-red f 3B 200 a 0,1% em solução saturada de ácido pícrico), contra corados pela hematoxilina de Harris durante 10 minutos e submetidos a 3 banhos rápidos em água destilada. Em seguida, foram desidratados em uma série etanólica crescente, clarificados em xilol e montados em Entelan (Merck), (JUNQUEIRA et al., 1979).

3.3. Análise Morfométrica:

A análise morfométrica das fibras de colágeno foi realizada através dos cortes corados pela técnica do picrosírius red, já descrita no item 3.2.2., (JUNQUEIRA et al., 1979). Essas lâminas foram analisadas em microscópio de polarização digital da NIKON acoplada ao microscópio e ao microcomputador, através do Programa Computacional *Image J*® (programa computacional disponibilizado gratuitamente pelo *National Institute of Health, USA* - <http://rsb.info.nih.gov/nih-image/>) que viabilizam as aferições das densidades ópticas e dos ângulos de diferentes regiões do tendão extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos nas fotomicrografias.

3.4. Análise Estatística:

Os resultados dos experimentos foram expressos com média \pm erro padrão da média e submetidos ao teste students t paramétrico após passar no teste de normalidade. E foi utilizado o programa computacional GraphPadPrism® (GraphPad Software, Inc., USA) para a realização das análises.

3.5. Análise e Documentação Fotográfica:

As análises foram realizadas através de imagens capturadas por câmera de vídeo de marca NIKON acoplada a um microscópio de luz da mesma marca. As anisotropias ópticas as lâminas foram analisadas e documentadas em microscópio de polarização digital marca NIKON.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão representados cortes histológicos longitudinais do tendão extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos corados pela hematoxilina e eosina. Na Figura 2A, observa-se na região proximal um aspecto típico de tendão, onde os feixes de colágeno estão alinhados entre si, com os núcleos de fibroblastos localizados entre e acompanhando a direção desses feixes caracterizando uma região de tensão. Há na região a presença marcante do crimp e ainda grande celularidade, tecido adiposo e a presença do músculo estriado esquelético. A Figura 2B é um detalhe da Figura 2A, mostrando a região do crimp. Na Figura 2C, as fibras colágenas aparecem bem alinhadas circundando o músculo estriado esquelético. É bem evidente a presença dos fibroblastos alinhados à esses feixes de fibras. Podem ser observados vários capilares sanguíneos, nervos periféricos e arteríolas. No entanto, a região distal do tendão que circunda o músculo estriado esquelético (Figura 2D) as fibras colágenas não estão bem alinhadas e os fibroblastos assumem um aspecto arredondado semelhante a condrócitos, caracterizando uma região de tensão-compressão.

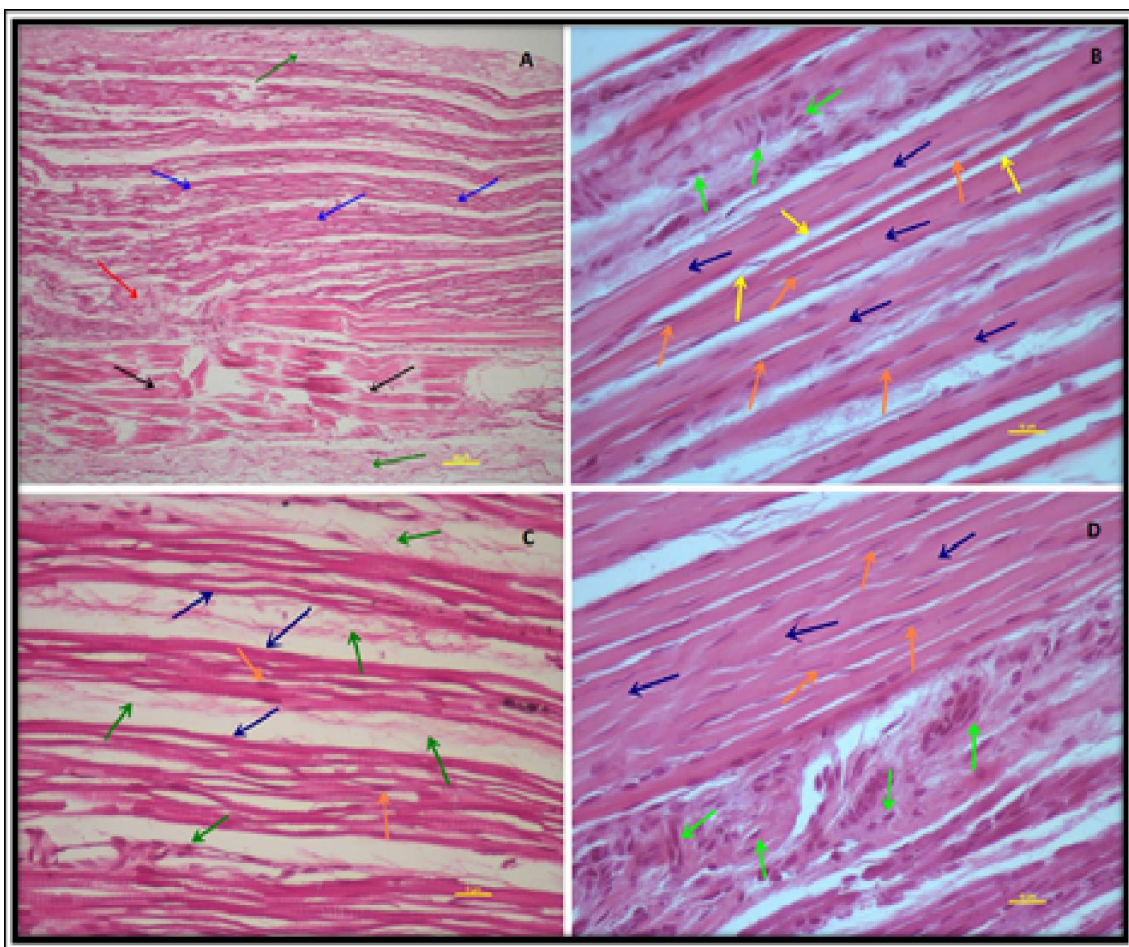


Figura 2. Cortes longitudinais do tendão extensor curto do polegar em cadáver adulto humano, corado com hematoxilina- eosina. Na figura **A** pode-se detectar a presença de tecido conjuntivo frouxo na camada superior e inferior (→), a região de tensão (→), região de tensão-compressão (→), músculo estriado esquelético abaixo da região de tensão-compressão (→). Aumento: 100x. **B.** Presença de fibroblastos arredondados semelhantes a condrócitos na região de tensão-compressão (→), feixes de colágeno uniformemente organizados na região de tensão (→), presença de fibroblastos na região de tensão (→), presença discreta de colágeno do tipo III (→). Aumento: 400x. **C.** Região de tensão do tendão apresentando os feixes de fibras de colágeno altamente ordenados e uniformes (→), detecção de tecido conjuntivo frouxo entre a região de tensão (→) e fibroblastos (→). Aumento: 400x. **D.** Presença de fibroblastos na região de tensão (laranja), feixes de fibras de colágeno na região de tensão (→), presença de condrócitos na região de tensão-compressão (verde claro). Aumento de 400x.

Para estudo das anisotropias óticas cortes histológicas foram corados pela técnica do picrosírius-hematoxilina (Figura 3), escolhido para estudar a organização molecular dos feixes de colágeno e para realizar a análise morfométrica dessas fibras no tendão em estudo. Na Figura 3A (sem polarização) mostra feixes de fibras de colágenos bem organizados e ondulados. Na Figura 3B, trata-se do mesmo campo da figura 3A, porém com polarização. Podem ser vistos feixes de fibras colágenas intensamente birrefringentes, com cores em tons de laranja, amarelo e vermelho (colágeno tipo I) e feixes de cor esverdeada fracamente birrefringentes (colágeno tipo III). A presença do crimp com configuração ondulada, foi verificado de forma bem evidente nos feixes de colágeno da região proximal, onde predominam apenas forças de tensão. Foi possível distinguir que na região fibrocartilaginosa além das forças de tensão, ocorreu também forças de compressão, nesses casos os feixes de colágeno se apresentaram menos ordenados e birrefringentes. Em 3C (sem polarização) o tecido conjuntivo frouxo é perceptível na extremidade superior, além da presença do crimp mediante as ondulações formadas pelos feixes de colágeno. Na figura 3D (mesmo campo da figura 3C com luz polarizada), ocorreu as presenças: do colágeno tipo I coradas em vermelho alaranjado, do colágeno tipo III, representado pelas finas fibrilas esverdeadas que se entrelaçam nos feixes de colágeno tipo I e na zona do crimp.

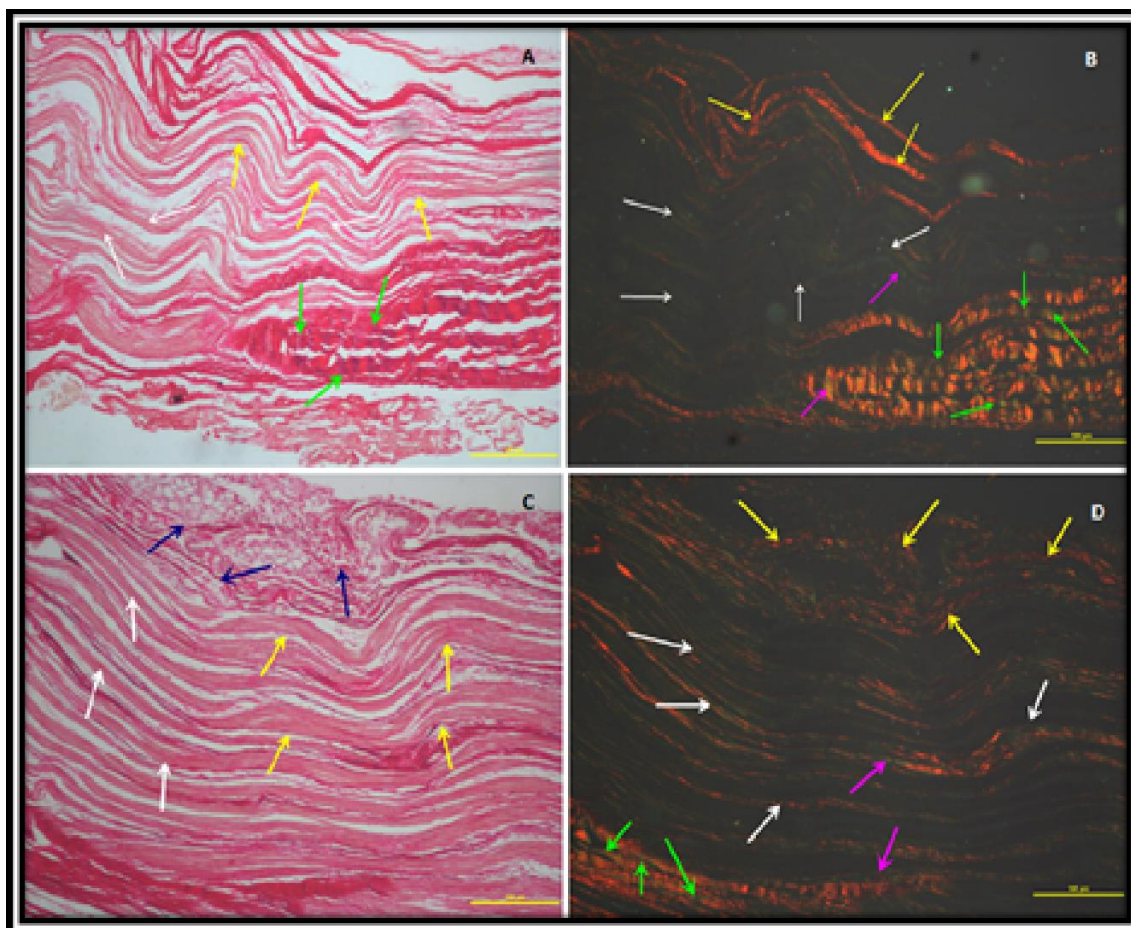


Figura 3. Cortes longitudinais do tendão extensor curto do polegar em cadáver adulto humano, corado com picrosírius - hematoxilina. Na figura **A** (sem polarização) nota-se a presença dos feixes de colágenos uniformemente organizados na região de tensão (⇨) o crimp com configuração ondulatória (→), e na região fibrocartilaginosa representando área de tensão-compressão a presença das fibras colágenas densamente compactadas (→). Aumento: 100x. Em **B** (luz polarizada), observa-se a presença do colágeno tipo I representados pelas fibras colágenas altamente organizadas e birrefringentes na região de tensão (⇨), o crimp com configuração ondulatória (→) e a presença discreta do colágeno tipo III (→) em tons esverdeado na região de tensão entrelaçados com os feixes de colágeno tipo I (⇨) e na região de tensão-compressão (→). Aumento: 100x. Em **C** (sem o polarizador), pode-se detectar o tecido conjuntivo frouxo (→), crimp (→) e fibras colágenas com disposição ondulatória na região de tensão (⇨). Aumento 100x. Em **D** (com luz polarizada), verifica-se a birrefringência intensa do colágeno tipo I na região tendínea (⇨), acompanhado pelo crimp (→), e a presença colágeno tipo III (→) presente nas duas regiões. Aumento: 100x.

A proposta deste estudo foi a de avaliar a natureza da matriz extracelular principalmente das fibras de colágeno do tendão extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos.

Os tendões têm como principal atividade transmitir forças de tensão, porém podem receber forças de compressão quando contornam determinada articulação, sendo capazes de ser remodelados dinamicamente pelas células em resposta a estes estímulos mecânicos (FEITOSA et al., 2002; KOLTS, 1994; ESQUISATTO et al., 2003).

O colágeno é uma glicoproteína fundamental para o funcionamento adequado de todas as articulações, no caso em questão do polegar da mão. Proteger as articulações desde jovem é muito importante para chegar à idade adulta com vitalidade e disposição. Isso porque o desgaste neste mecanismo que permite a movimentação de todo o corpo (joelhos, tornozelos, mãos, pés) é muito grande.

Os tendões são formados principalmente pelo colágeno tipo I produzido pelas células fibroblastos. O conhecimento da morfologia e função do tendão do polegar, juntamente com as estruturas com as quais ele tem relação, é importante para o entendimento de diversas patologias que acometem o referido tendão, e para a elaboração de um tratamento mais adequado para combater essas patologias.

De acordo com WAY (1991) e HARRISON (2002), a tendinite do bíceps, ou tenossinovite é produzida por atrito sobre o tendão da cabeça longa do bíceps, quando ele atravessa o sulco bicipital. A ligação entre o lábio glenoidal e o tendão da cabeça longa do bíceps braquial, possui também importante valor na avaliação e na correção cirúrgica de patologias labiais (PAUL et al., 2004).

Além disso, a expressão tenossinovite, uma inflamação da membrana que recobre o tendão. Esta membrana tem a dupla função de lubrificação e nutrição do tendão, sendo que no seu interior é que ocorre o deslizamento dos tendões, quando da execução de qualquer movimento. Do ponto de vista anatômico o diagnóstico de tenossinovite é firmado toda vez que existe um componente inflamatório que engloba tanto a membrana sinovial quanto o tendão.

A presença de células arredondadas semelhantes a condrócitos detectadas na região onde o tendão circunda o músculo estriado esquelético, deve-se provavelmente a existência de forças compressivas. Este resultado corrobora com os dados encontrados na literatura em tendões de ratos observados por vários autores, Esquisatto e

colaboradores (2003) que demonstraram a existência de modificações fenotípicas de acordo com o grau de força compressiva a que foram submetidos e com tendões flexores superficial e profundo de porcos com 45 dias de idade (FEITOSA et al., 2002a, b; 2005 e 2006).

A microscopia de polarização é uma ferramenta que pode dar informações de natureza micromorfológica, porque evidencia a fibra de colágeno pela sua birrefringência, que é causada por fatores da birrefringência intrínseca e textural ou de forma. A birrefringência intrínseca corresponde às médias de todas as transições de elétrons entre as ligações peptídicas, estabelecendo informações sobre a direção de vibração e ressonância dos elétrons da região de ligação peptídica na molécula de colágeno ao longo da fibra. A birrefringência textural ou de forma, por outro lado, depende da geometria das moléculas, das concentrações dos componentes dos feixes de colágeno e das diferenças entre seus índices de refração (VIDAL; CARVALHO, 1990). Nas condições do presente trabalho, o único material birrefringente é o colágeno. Assim, os detalhes morfológicos encontrados permitiram analisar a importância dos feixes de colágeno na organização estrutural do tendão extensor curto do polegar em cadáveres humanos. As medidas morfométricas indicaram um maior nível de colageinização na região tendínea quando comparada com a região de tensão e compressão.

Feitosa e colaboradores (2002a; 2002b e 2005) e Esquisatto e colaboradores (2003) têm demonstrado que tendões sujeitos a diferentes forças biomecânicas são capazes de serem remodelados dinamicamente pelas células em resposta a essas forças. Além disso, a matriz dos tendões está caracterizada pela rica presença de fibras colágenas. Suas propriedades biológicas e fisiomecânicas são determinadas pelo grau de agregação e ordem molecular de seus componentes.

Estudos realizados por De Oliveira e colaboradores (2015) avaliaram a birefringência e possíveis mudanças nas propriedades estruturais e biomecânicas dos tendões após o tratamento crônico com estatinas, no tendão do calcâneo em ratos Wistar. Os autores concluíram que através das medidas de birrefringência os grupos submetidos à ação das estatina apresentaram menor grau de organização das fibras de colágeno, diminuindo a força biomecânica dos tendões, tornando-os mais predispostos às rupturas.

Almeida e colaboradores (2016) avaliaram a concentração de proteínas não

colágenas e a birrefringência em tendões calcaneais de ratos após lesão durante as três fases diferentes de cura: inflamatória (7º dia), proliferativa (14º dia) e remodelação (21º dia). As concentrações de proteínas não colagênicas foram medidas usando o método de Bradford e a birrefringência foi examinada usando microscopia de polarização e análise de imagem. A comparação também foi feita com tendões saudáveis não tenotomizados. Os autores observaram que a acupuntura manual em ST36 e BL57 aumentou a organização molecular de fibras de colágeno no dia 14 e 21 após lesão. O uso isolado de BL57 e ST36 também aumentou a organização da fibra de colágeno quando examinados no dia 14 e 21, respectivamente. No entanto, não houve aumento significativo da concentração de proteínas não colagênicas em nenhum dos grupos tenotomizados.

Neste estudo, a região em que o tendão do polegar circunda o músculo estriado esquelético, forças compressivas estão presentes e os feixes de colágeno apresentam-se mais espessos assumindo várias direções, formando uma trama tridimensional com pouca definição da sua organização. Assim sendo, a parte do tendão que antecede esta região, cujas forças biomecânicas não são tão contundentes, permitiu observar que a intensidade e homogeneidade da birrefringência nas fibras de colágeno foram mais intensas. Esse resultado é um reflexo de uma compactação ordenada dos feixes de colágeno, que exibem estruturas onduladas, evidenciando uma superestrutura helicoidal tridimensional, que provavelmente corresponde à exigência da termodinâmica criada pela demanda da biomecânica do tecido, a exemplo do que já foi encontrado em tendões flexores de porco (FEITOSA et al., 2002a, b; 2005 e 2006). A birrefringência exibida mostrou uma estrutura ondulada morfofuncional conhecida como “crimp” semelhante ao descrito por (VIDAL, 1995; FEITOSA et al., 2002a e 2002b).

Apesar da disponibilidade de sistemas comerciais específicos de morfometria, a quantificação de estruturas pode ser realizada, a partir de simples microscópios de luz, acoplados a câmeras digitais e analisados por *softwares* gratuitos, entre eles, o ImageJ, promovendo a possibilidade de difusão da pesquisa quantitativa nos diversos ramos da pesquisa (MIOT; BRIANEZI, 2010).

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto pode-se chegar às seguintes conclusões:

- O tendão extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos apresentou aspectos morfológicos diferentes, considerando a região proximal, relacionada com o músculo estriado esquelético e a região distal inserida no osso.
- Na região distal, o tendão apresentou uma estrutura fibrocartilaginosa com células arredondadas semelhantes à condrócitos.
- Cortes longitudinais da região tendínea, corados com picrosírius-hematoxilina apresentou feixes de colágenos bem organizados e dispostos paralelamente entre si.
- A região distal do tendão, diferente da região tendínea, corada com picrosírius-hematoxilina apresentou feixes de colágeno menos ordenados e aparentemente com menor calibre. As diferenças entre essas regiões refletem uma adaptação da matriz extracelular, quando forças compressivas atuam nessas regiões.
- O crimp foi observado na região próxima onde predomina forças de tensão.
- A análise morfométrica demonstrou um maior nível de colagenização em regiões de tensão do que nas regiões de tensão-compressão.

REFERÊNCIAS

BEHMER, O. A., TOLOSA, E. M. C., FREITAS NETO, A. G. **Manual de técnicas para microscopia normal e patológica**. São Paulo: Edusp, p. 239, 1976.

BENJAMIN M., KAISER, E. & MIL, S. **Structure-function relationships in tendons: a review**. *J. Anat.*, 212, 211-228, 2008.

BIRK, D. E.; SOUTHERN, J. F.; ZYCBAND, E. L.; FALLON, J. T.; TRELSTAD, R. L.. Collagen fibril bundles: a bronching assembly unit in tendon morphogenesis. **Development**, V. 107, p. 437-443, 1989.

BIRK, D. B.; MAYNE, R.. Localization of collagen types I, II and V during tendon development. Changes in collagen types I and III are correlated with changes in fibril diameter. **Eur. J. Cell Biol.** V. 72, p. 352-361, 1997.

CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **A Célula**. Manole, Campinas, 2013.

CAETANO, E. B.; NET, J. J. S.; VIEIRA, L. A. CAENO, M. F. **Anatomia da mão**. 2013

CAETANO, M. B. F; ALBERTONI, W. M; CAETANO, E. B; Estudo anatômico das inserções distais do tendão extensor longo do polegar. **Acta ortopédica brasileira**, São Paulo, v. 12, n. 2, abr- jun. 2004.

EYRE, D. R.. A growing family of colagens in articular cartilage: identification of 5 genetically distinct types. **J. Rhematol** V. 14, p. 25-27, 1987.

FEITOSA, V. L. C., VIDAL, B. C. & PIMENTEL, E. R. Optical anisotropy of a pig tendon under compression. **J. Anat.**, V. 200, p. 105-111, 2002a.

FEITOSA, V. L. C.; ESQUISATTO, M.A.M.; JOAZEIRO, P. P.; GOMES, L.; FELISBINO, S.L. Variations in the glycosaminoglycan content, swelling properties and morphological aspects of different regions of the superficial digital flexor tendon of pigs. **Cell. Mol. Biol.**, V. 48, Online, OL359-OL367, 2002b.

FEITOSA, V. L.C.; ESQUISATTO, M.A.M.; JOAZEIRO, P. P.; GOMES, L.; FELISBINO, S.L.; PIMENTEL, E. R. Physicochemical and structural analysis of three regions of the deep digital flexor tendon of pigs. **Braz. J. morphol. Sci.**, v. 22, p. 113-119, 2005.

FEITOSA, V. L. C.; PRADO, F.R.; ESQUISATTO, M.A.M.; JOAZEIRO, P.P.; VIDAL, B.C.; PIMENTEL, E.R. Comparative ultrastructural analysis of different regions of two digital

flexor tendons of pigs. **Micron.JMIC** 931, 1-8, 2006.

GOLDFISCHER, S.; COLTOFF-SCHILLER, B.; SCHWARTZ, E.; BLUMENFELD, O. O. Ultrastructure and staining properties of aortic microfibrils (oxytalan). **J. Histochem. Cytochem.**, 31:382 - 390, 1983.

HARDINGHAM, T. E.; FOSANG, A. J. Proteoglycans: many forms and many functions. **FASEB J.**, V. 6, n. 3, p. 861-970, 1992.

HEINEGÅRD, D.; PAULSSON, M. Structure and metabolism of proteoglycans. In: Peiz, K. A.; Reddi, A. H. **Extracellular matrixbiochemistry**. NY: Elsevier, p. 277-328, 1984.

JUNIOR, R. M.; AZZE, R. J. Traumatologia do aparelho locomotor . **Instituto de ortopedia e traumatologia dr. f. e. de godoy moreira da faculdade de medicina da universidade de são paulo**, São paulo, 201./jul. 2017.

JUNQUEIRA, L. C. U.; BIGNOLAS, G.; BRETANI, R. Picrossirius staining plus polarization microscopy, specific methods of collagen detection in tissue section. **Histochem. J.**, v. 11:447-55, 1979.

JUNQUEIRA, B. C. V.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2012.

KJAER, M; LANGBERG, H; HEINEMEIER, K; BAYER, M. L; HANSEN, M; HOLM, L; DOESSING, S; KONGSGAARD, M; KROGSGAARD, M. R; MAGNUSSON, S. P. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. **Scand J Med Sci Sports**, 19(4):500-10, 2009.

KWAN, A P. L.; CUMMINGS; CHAPMAN, J. A.; GRANT, M. E.. Macromolecular organization of chicken type X collagen in vitro. **J. CellBiol.**, V. 114, n. 3, p. 597-604, 1991.

LIU, S. H.; YANG, R. S; AL-SHAikh, R.; LANE, J. M.. Collagen in tendon, ligament and bone healing. **Clin.Orthop.Res.**, V. 318, p. 265-278, 1995.

MAYNE, R.; BREWTON, R. G.; MAYNE, P. M.; BAKER, J.R.. Isolation and characterization of the chains of the type V/Type XI collagen present in the bovine vitreous. **J. Biol Chem.**, V. 268, p. 9381-9386, 1993.

MARXEN, S.; LACERDA-NETO, J. C. de; MORAES, J. R. E. de; RIBEIRO, G.; QUEIROZ-NETO, A. Efficacy of polysulphated glycosaminoglycan in the intratendinous treatment of experimental equine tendinitis. **Braz. J. morphol.Sci.**, V.20, n.1, p. 43-46, 2003.

NIMMI M. E., HARKNESS R. D..Molecular structures and funtons of collagen.*In:*Nimmi ME, **Collagen**Vol.I: Biochemistry Boca Raton CRC Press, 1988.

OLIVEIRA,R. K. Lesão de tendão namão. <<http://www.ricardokaempf.com.br/services/lesao-de-tendao-na-mao/>>.Acesso em: 05 jul. 2017.

OTTANI, V. M. D., FRANCHI, M. R. A. & RASPANTI, M. Hierarchical structures in fibrillar collagen. **Micron**, 33, 587-596, 2002.

LEONY, P. Tudo sobre fisioterapia - Fisioterapia geral.Fisiologia da contração Muscular.Outubro. 2013.

RHOADS, M. L.; FETTERER, R. H. Extracellular matrix: a tool for defining the extracorporeal function of parasite protease. **Parasitology Today**, 13: 119-122, 1997.

ROTH, Felipe. Traumatologia da mão lesão de tendão. **Ortopedia e traumatologia**, Campo grande, m.s; 2016.

SASAKI, N.; ODAJIMA, S..Elongation mechanism of collagen fibrils and force-strain relations of tendon at each level of structural hierarchy, **Journal of Biomechanics**, V. 29, n. 5, p. 655-658, 1996.

SILVA, J. B; GAZZALLE A; ALVAREZ, G; CUNHA G. L. Lesões tendinosas da mão. Hand tendon injuries. **Revista da amrigs**, Porto alegre, v. 55, n. 2, abr./jun. 2011.

USHIKITI, T. Collagen fibers, reticular fibers anda elastic fibers.A comprehensive understanding for a morphological viewpoint.**Ach.Hsitol.Cytol.**65 (2): 109-126, 2002.

Van der REST, M.; GARRONE, R..Collagen family of proteins.**FASEB J.**, V. 5, p. 2814-2823, 1991.

VILARTA, R.; VIDAL, B. C. Anisotropic and biomechanical properties of tendons modified by exercise and denervation.Aggregation and macromolecular order in colagen bundles.**Matrix**, V.9, p.55-61, 1989.

VIDAL, B.C.; CARVALHO, H.F. Aggregational state and molecular order of tendons as a function of age.**Matrix**, V.10, p.48-57, 1990.

VIDAL, B. C. Crimp as part of a helicoidal structure. C. R. Acad. Sci. Paris, Science de la vie.

Life Science, V.318, p. 173-178,1995.

VIDAL, B. C.; MELLO, M. L. Collagen type I amide I band infrared spectroscopy.**Micron**, 42 (3): 283-289, 2011.

Site: <https://ifanatomia.wordpress.com>



LEI N° 8.501, DE 30 DE NOVEMBRO DE 1992

Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências.

O VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no exercício do cargo de **PRESIDENTE DA REPÚBLICA** faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Esta Lei visa disciplinar a destinação de cadáver não reclamado junto às autoridades públicas, para fins de ensino e pesquisa.

Art. 2º O cadáver não reclamado junto às autoridades públicas, no prazo de trinta dias, poderá ser destinado às escolas de medicina, para fins de ensino e de pesquisa de caráter científico.

Art. 3º Será destinado para estudo, na forma do artigo anterior, o cadáver:

I -- sem qualquer documentação;

II -- identificado, sobre o qual inexistem informações relativas a endereços de parentes ou responsáveis legais.

§ 1º Na hipótese do inciso II deste artigo, a autoridade competente fará publicar, nos principais jornais da cidade, a título de utilidade pública, pelo menos dez dias, a notícia do falecimento.

§ 2º Se a morte resultar de causa não natural, o corpo será, obrigatoriamente, submetido à necropsia no órgão competente.

§ 3º É defeso encaminhar o cadáver para fins de estudo, quando houver indício de que a morte tenha resultado de ação criminosa.

§ 4º Para fins de reconhecimento, a autoridade ou instituição responsável manterá, sobre o falecido:

a) os dados relativos às características gerais;

- b) a identificação;
- c) as fotos do corpo;
- d) a ficha datiloscópica;
- e) o resultado da necropsia, se efetuada; e
- f) outros dados e documentos julgados pertinentes.

Art. 4º Cumpridas as exigências estabelecidas nos artigos anteriores, o cadáver poderá ser liberado para fins de estudo.

Art. 5º A qualquer tempo, os familiares ou representantes legais terão acesso aos elementos de que trata o § 4º do art. 3º desta Lei.

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 30 de novembro de 1992; 171º da Independência e 104º da República.

ITAMAR FRANCO

Maurício Corrêa